

Rol de los principios de administración de proyectos en el manejo de contratos de obras civiles

The role of project management principles for controlling civil works contracts

Mario Campero Q.^{1*}

* Pontificia Universidad Católica de Chile. CHILE

Fecha de Recepción: 27/04/2012

Fecha de Aceptación: 11/12/2012

PAG 81 - 94

Resumen

La gran cantidad de reclamos que habitualmente se genera en los contratos de construcción preocupa con toda razón a mandantes y contratistas. El informe analiza las causas que la literatura asigna a estos reclamos y concluye que ellas provienen fundamentalmente de la variabilidad que afecta a la ejecución de todo proyecto por su carácter de prototipo y a los imprevistos del medio externo. Concluye que la forma adecuada de manejar esta incertidumbre y prevenir reclamaciones es fijar bases contractuales con la flexibilidad adecuada para aceptar cambios con las compensaciones económicas apropiadas y aplicar procedimientos para estabilizar las condiciones de trabajo de modo que la programación de actividades sea confiable. Finalmente incorpora una descripción básica de la forma de trabajo que se recomienda para lograr una labor de equipo entre mandante y contratista que prevenga y resuelva a tiempo las incertidumbres que pudiesen dar origen a conflictos.

Palabras Clave: Contratos, mandantes, contratistas, conflictos

Abstract

The great amount of complaints that surge from construction contracts is a source of concern for both owners and contractors. This paper analyzes the causes that literature assigns to these complaints and concludes that they come fundamentally from the variety of issues that affect the execution of every project because of its character as a unique product or service and unexpected events that occur due to external factors. It concludes that an adequate way of managing this uncertainty and prevent these complaints is to fix contractual bases including the flexibility needed to accept changes with the appropriate economic compensations and to apply procedures that stabilize the work conditions so that the programming of activities is trustworthy. Finally, it incorporates a basic description of the recommended normalized team working between owner and contractor in order to prevent and resolve in time the effects of uncertainty that could give origin to conflicts.

Keywords: Contracts, owners, contractors, conflicts

1. Objetivo del artículo

La gran cantidad de reclamos que habitualmente se genera en los contratos de construcción preocupa con toda razón a mandantes y contratistas. Se suele explicar como una consecuencia de la diferencia de objetivos entre la empresa mandante, que buscaría contratar la ejecución de la obra al menor precio posible y de la empresa contratista, cuyo objetivo sería efectuar los trabajos al menor costo para garantizar o aumentar sus utilidades. Es decir, estas metas que parecen ser antagónicas, darían origen casi inevitablemente a diferencias entre los firmantes del contrato, las que pueden terminar en conflicto. No obstante, en nuestra opinión los conflictos se originan más bien por el manejo deficiente del efecto del ambiente incierto en que, en mayor o menor grado, se desarrolla todo proyecto, lo que incide en el monto de los costos y plazos previstos para su ejecución.

1. Purpose of this study

The great amount of complaints that surge from construction contracts is a source of concern for both owners and contractors. This issue is often explained as a consequence of diverging thinking between the owner company, which would grant the execution work at the lowest possible price and; the contractor company, which objective is to execute the works at the lowest cost, so as to guarantee or increase its profits. Therefore, there seem to be antagonistic goals almost leading to disagreements between signatory parties, which could eventually end up in conflicts. In our opinion, however, conflicts are mostly generated by a deficient management effect on the uncertain environment where any project is developed, at a greater or lesser extent, which affects the total works costs and its execution time.

¹ Autor de correspondencia / Corresponding author:
E-mail: mcamperoq@terra.cl

Es decir, pareciera mas bien que los conflictos contractuales se originan cuando los documentos contractuales y su aplicación posterior desconocen o minimizan estos efectos, lo que dificulta fijar la responsabilidad de las partes en los riesgos del proyecto y dejan de aplicarse los procedimientos para prevenir y controlar sus efectos durante la ejecución.

En consecuencia, nuestro objetivo al escribir este artículo es:

- a) Recopilar el origen de los conflictos en los contratos según antecedentes proporcionados por instituciones gremiales chilenas y por la literatura especializada.
- b) Verificar si estos antecedentes permiten confirmar que la mayor parte de los conflictos se generan por el riesgo que introducen los hechos imprevistos que afectan al desarrollo del proyecto.
- c) Destacar la forma en que la aplicación de los principios de la administración de proyectos permite mejorar el manejo de los riesgos, anticipando soluciones, corrigiendo efectos negativos y evitando conflictos entre mandante y contratista.
- d) Indicar la forma práctica de aplicar estos principios en los diferentes tipos de contrato, en particular, en aquellos que transfieren el riesgo al contratista, asignándole el conjunto de actividades de Diseño+Provisión de Equipos+Ejecución (Tipo de contrato EPC en sigla inglesa).
- e) Recomendar procedimientos normalizados para formar un trabajo en equipo entre mandante y contratistas que permitan evitar o superar a tiempo las diferencias y conflictos entre ellos.

2. La función de administración en un proyecto bajo contratos

Recordemos que el ingeniero francés Fayol H. et al. (1916) distinguió seis tipos de operaciones o funciones en una empresa: las cinco primeras son de carácter funcional u operacional (técnicas, comerciales, financieras, de seguridad, y de contabilidad). La sexta operación es la función administrativa o de administración necesaria para dar cohesión a todas las anteriores. Fayol señaló que su papel era "trazar el programa general de acción de la empresa, de constituir el cuerpo social, de coordinar los esfuerzos, de armonizar los actos". Es decir, la función administrativa compete en mayor o menor grado a todo integrante con alguna responsabilidad en la organización y tiene por finalidad conseguir que todos actúen como un equipo que integre con eficiencia las actividades de los departamentos de la empresa o que se hayan delegado en terceros.

Indica Fayol que la función administrativa comprende 5 elementos ya clásicos:

- Prever: Escrutar el porvenir y confeccionar el programa de acción
- Organizar: Constituir el doble organismo, material y social, de la empresa

That is to say contractual conflicts are mainly originated when the contract documents and their further application ignore or minimize such effects, thus making difficult to establish the responsibility between parties on the project risks and; the procedures to prevent and control such effects during work execution are not applied.

Consequently the main purpose of this paper is:

- a) *Collecting the causes of contract conflicts in accordance with backgrounds provided by Chilean labor associations and by specialized biography.*
- b) *Checking whether such backgrounds enable us to confirm that most of conflicts are generated by risks caused by unforeseen issues affecting the project execution.*
- c) *Highlighting the way in which the application of project management principles is well able to improve risk control, by anticipating solutions, correcting negative effects and by avoiding conflicts between the owner and contractors.*
- d) *Pointing out the practical way of applying such principles for different types of contracts, particularly, on those that transfer the risk on the contractor by assigning him with a set of activities including Design+Procurement of Equipment+Execution (EPC contract type).*
- e) *Recommending standardized procedures to create a joint working group between owner and contractors, in order to avoid and solve disagreement and conflicts between them in due time.*

2. The management function on a contracted project

Let's remember that the French engineer Fayol H. (1916) distinguished six types of operations or functions in a company: the first five correspond to a functional or operative nature (technique, commercial, financial, security and accountant). The sixth operation is the management function required to link the previous functions. Fayol stated that a company's main role is to layout the general action plan, to build up a social body and to coordinate efforts to harmonize the actions. That is to say, the management function involves, at a greater or lesser extent, to everyone who has some kind of responsibility in the organization. Its purpose is that everyone acts as a group effectively developing the activities of the company sections or the tasks delegated to third parties.

Fayol states that the management function comprises 5 classic elements:

- *Forecast: scrutinizing the future and elaborating an action plan*
- *Organize: establishing a double body: material and social in the company*

- Dirigir: Hacer funcionar el cuerpo social de la empresa
- Coordinar: Ligar, unir y armonizar los actos y los esfuerzos
- Controlar: Vigilar para que todo suceda conforme a las reglas y órdenes dadas

Estos conceptos se conservan plenamente válidos hasta el presente, tanto en las empresas como en el desarrollo de sus proyectos. En particular, vale la pena destacar que la tendencia moderna de encargar a terceros las tareas especializadas que integran el producto final (diseño, construcción, equipamiento y montaje, en el caso de un proyecto) hace aún más necesario reforzar la labor de integrar (coordinar y controlar) los trabajos delegados.

Veremos más adelante, que la función administrativa o de administración, definida en los términos anteriores, tiene una importancia fundamental en la solución o mitigación de los frecuentes conflictos que nacen en trabajos realizados bajo el esquema de delegación en terceros, como es el caso de contratación de trabajos o de servicios. ¿Cómo actúa? Simplemente aplicando esos cinco elementos en la dirección de las obras: previendo dificultades, buscando soluciones, coordinando los esfuerzos de todos y controlando resultados.

Si bien la función de administrar corresponde tanto al mandante como al contratista en sus propias tareas, la frontera entre estas actividades dependerá del tipo de contrato firmado. La definición de esta frontera es fundamental; no obstante y a pesar de ello, siempre existirán zonas superpuestas o indefinidas que la función administrativa deberá prever y resolver con oportunidad.

3. Origen de los riesgos del proyecto y papel de la función administrativa en su solución o mitigación

Toda actividad humana involucra riesgo, pues se desarrolla en un medio que es permanentemente variable, es decir, está sometido a incertidumbre.

Las empresas industriales no están ajenas a este riesgo, por lo que normalmente buscan asegurar un ambiente estable en su proceso de producción mediante la fabricación en serie. Ello les permite calcular con mucha exactitud la cantidad de materiales y recursos que se ocuparán en cada unidad, con lo que determinan costos, asegurar que todos son iguales en calidad y, adicionalmente, que la normalización del proceso productivo (fabricar partes idénticas e integrarlas) le asegurarán el plazo. Esto permite confiar, finalmente, en su calidad, en su costo y en la oportunidad en que podrán disponer del producto para su uso o venta. Sin embargo, los proyectos tienen una característica que los diferencia fundamentalmente del producto en serie: es su singularidad. Cada ejemplar (un edificio, una planta eléctrica) puede ser parecido a otro, pero difícilmente es igual. El proceso de diseño o de construcción puede ser el mismo en diversos proyectos, pero se aplican a realidades diferentes (solicitaciones distintas, terrenos parecidos pero no iguales, recursos técnicos y humanos distintos). Adicionalmente, exige la integración de múltiples actividades, paralelas o consecutivas, realizadas por diferentes actores que pueden estar ligados por una línea de mando o ser independientes según el organigrama de la empresa.

- *Command: making the company social body work*
- *Coordinate: linking, grouping and harmonizing the actions and efforts*
- *Control: surveying the actions to meet the regulations and commands ordered*

Such concepts are still valid nowadays for companies as well as for the execution of their projects. Particularly, it is worth mentioning that the modern trend of asking third parties to develop specialized tasks involved in the final product (design, construction, and equipment procurement and assembly for a given project) makes the task of integrating (coordinating and controlling) assigned works even more necessary.

We will further see that the management function, defined by the previous terms, is fundamentally significant for the solution and mitigation of frequent conflicts, which are originated under the third party execution layout, as it is the case of contracted works or services. How does it work? It simply works by applying these five elements on the site management: avoiding difficulties, looking for solutions, coordinating everyone's efforts and controlling results.

Although the management function corresponds to the owner as well as the contractor on their own tasks, the limit between these activities will depend on the type of contract which has been signed. Defining such limit is fundamental, however, in spite of that, there will always be overlapped or undefined zones that the management function shall foresee and solve in due time.

3. Origin of project risks and the role of management function for their solution or mitigation

Every human activity involves a risk, as it is developed in an ever-changing environment, i.e., it is subject to uncertainty.

Industrial companies are not exempt from such risks. Therefore, they often try to procure a steady environment for their production processes by means of the assembly line production. This process enables companies to accurately calculate the amount of materials and resources to be employed by each unit; so they determine costs, ensure the same quality for each product and; additionally, the standardization of the productive process (elaborating identical pieces and assembling them) shall guarantee a delivery time. Finally the process enables them to trust the quality, cost and delivery time for the product to be used or sold. Nevertheless, projects have a feature that differentiates them from an assembly line product: its singularity. Each work (a building or an electric power plant) may be similar to another, but it is hardly identical. Design or construction processes may be the same for different projects, but they face different realities (different loads, similar grounds but not identical, different technical and human resources). Additionally, each work demands the integration of multiple activities, parallel or consecutives, executed by different parties, which might be connected by a chain of command or they might be independent in accordance with the company layout.

La aceptación de esta realidad en el desarrollo de un proyecto, nos permitiría anticipar procedimientos de manejo del riesgo para superar conflictos en cada caso particular. En consecuencia, trataremos de ver si existe una relación de causa y efecto entre la variabilidad o incertidumbre del medio y los riesgos más frecuentes identificados como origen de conflictos en los proyectos que describe la literatura especializada.

En la Figura 1 hemos recogido la causa de los conflictos que se presentan en la ejecución de proyectos de construcción según algunos informes nacionales y la literatura internacional que indicamos a continuación:

1. Matriz de Responsabilidad en Contratos de Construcción. Comité de Revisión de Contratos de Construcción del Instituto del Cemento y del Hormigón (2006)
2. Jornada Mecanismos Tempranos de Solución de Conflictos entre Mandantes y Contratistas. Instituto de la Construcción. (2000)
3. Tools for the identification and reduction of waste in construction projects. Luis F. Alarcón. Artículo del libro Lean Construction (1997)
4. Construction Contract Claims, Changes and Dispute Resolution, Paul Levin, ASCE 1998.
5. Evaluación de las Prácticas de Gestión de Riesgo de los Contratistas Generales de Florida. Syed Mahood, Salman Azhar, Irtishad Ahmad, Revista Ingeniería de Construcción UC, 2002.

En esta Figura hemos ordenado los riesgos identificados en estos antecedentes según si su origen proviene de situaciones externas o internas al proyecto:

The acceptance of such reality, in the project execution, will enable us to forecast risk management procedures to solve conflicts for each particular case. Consequently, we will try to find out if there is a cause/effect relation between the environment variability or uncertainty and the most frequent risks, which are identified as the origin of conflicts on the projects described by the specialized literature.

Figure 1 shows the cause of conflicts which take place during the construction projects execution, in accordance with some local reports and the international literature we list as follows:

1. Responsibility Matrix in Construction Contracts. Contracts Revising Board for the Cement and Concrete Institute (2006).
2. Working Day on Early Mechanisms of Conflict Solutions between Owners and Contractors. Construction Institute (2000).
3. Tools for the identification and reduction of waste in construction projects. Luis F. Alarcón. Article from the book Lean Construction (1997)
4. Construction Contract Claims, Changes and Dispute Resolution, Paul Levin, ASCE 1998.
5. Evaluation of Risk Management Practices of the General Contractors in Florida. Syed Mahood, Salman Azhar, Irtishad Ahmad, Engineering and Construction Journal UC, 2002.

In the following figure we have sorted the risks identified from the backgrounds, in accordance with their origin: from external or internal situations of the project.

Origen externo al proyecto (variaciones del medio) <i>External origin to the project (environment variations)</i>			Origen interno al proyecto (cambios de diseño o de ejecución) <i>Internal origin to the project (adjustment of design and execution)</i>		
Fuerza Mayor <i>Force majeure</i>	Políticos <i>Political</i>	Financiero y económico <i>Financial and Economical</i>	Relacionado con la organización <i>Related to the organization</i>	Relacionado con el diseño <i>Related to design</i>	Relacionado con la construcción <i>Related to construction</i>
Inundación <i>Floods</i>	Cambios leyes y reglamentos <i>Law and regulations modifications</i>	Inflación <i>Inflation rate</i>	Atraso en permisos para iniciar <i>Delays of construction permit</i>	Diseño incompleto <i>Incomplete design</i>	Trabajos adicionales <i>Additional works</i>
Terremoto <i>Earthquake</i>	Huelgas y desórdenes <i>Strikes and disturbances</i>	Disponibilidad de fondos <i>Release of funds</i>	Atraso de suministros del mandante <i>Delays of supply from the owner</i>	Diseño defectuoso <i>Defective design</i>	Cambios de diseño <i>Design adjustments</i>
Incendio <i>Fire</i>	Permisos y autorizaciones <i>Leaves and authorizations</i>	Fluctuación tipo de cambio <i>Foreign exchange exposure</i>	Deficiencias del contrato <i>Contract deficiencies</i>	Errores y omisiones <i>Errors or omissions</i>	Condiciones de terreno <i>Job site conditions</i>
Viento <i>Wind</i>	Normas ambientales; seguridad <i>Environmental regulations; security</i>		Deficiencias de coordinación <i>Coordination deficiencies</i>	Especificación inadecuada <i>Inadequate Specifications</i>	Trabajo defectuoso <i>Defective work</i>
Rayos <i>Lightning</i>	Expropiación <i>Expropriation</i>		Deficiencias de Control <i>Control deficiencies</i>	Condiciones de terreno distintas <i>Different job site conditions</i>	Modificación de programas <i>Schedule modifications</i>
	Embargos <i>Foreclosure</i>		Atraso en soluciones <i>Solution delays</i>		Solución de diferencias <i>Disagreement solutions</i>

Figura 1. Tipos de riesgo en proyectos de construcción
Figure 1. Type of risks in contraction projects



Al examinar las causas de los conflictos que identifican los antecedentes resumidos en el cuadro anterior, es posible comprobar que cada una puede inducir varios conflictos simultáneamente (un terreno distinto al esperado puede exigir cambio de diseño, modificación de programas, modificación de recursos, etc.). La Figura 2 grafica la interconexión de efectos y nos lleva a ordenar el origen de los riesgos en tres grandes categorías: Incertidumbres del proceso; Deficiencias de Gestión y Deficiencias del Contrato, como analizaremos a continuación.

By examining the conflict causes that identified summarized backgrounds in the previous figure, it is possible to prove that each one may affect several conflicts simultaneously (a ground different to the one expected may demand a design change, schedule adjustments, resources adjustments, etc.). Figure 2 depicts the interconnection of effects, which leads us to sort risks origins in three major categories: Process Uncertainties; Management Deficiencies and Contract Deficiencies, as analyzed below:

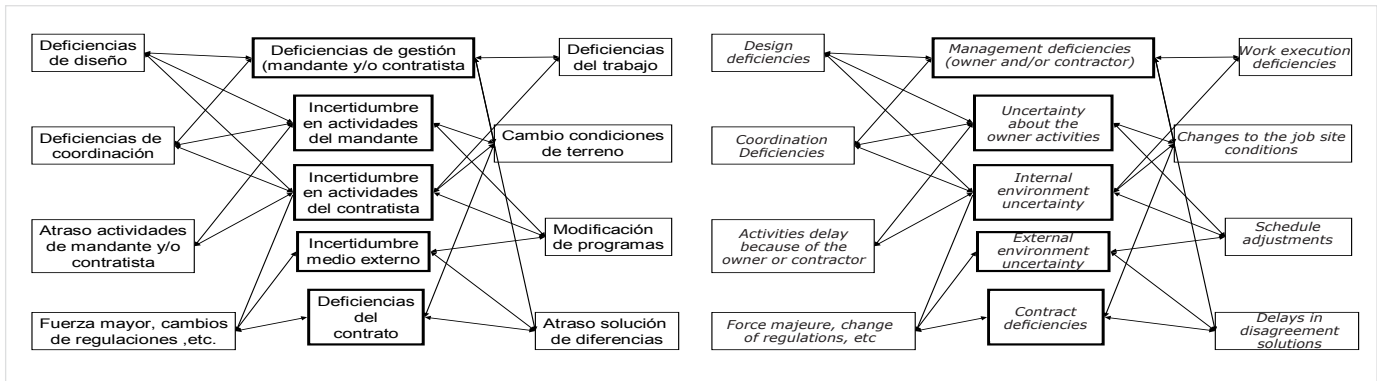


Figura 2. Interconexión de efectos
Figure 2. Interconnection of effects

3a) Incertidumbre del proceso debido a la variabilidad del medio

La mayor parte de los riesgos identificados pueden relacionarse directamente con la variabilidad del medio. Ninguna duda cabe respecto de aquellos imprevistos cuyo origen hemos indicado como externo al proyecto. En cuanto a los riesgos internos, aquellos que provienen de los cambios de las condiciones físicas del terreno previsto o de los cambios de diseño necesarios para adecuarse a la realidad que se descubre en la medida de que avanzan los trabajos, también provienen de la incertidumbre que determina el nivel de antecedentes del proyecto. Algunas de las modificaciones de programas, causa frecuente de reclamos, pueden ser también resultado directo de la adaptación a la realidad que hemos mencionado. En consecuencia, de esta incertidumbre del medio nacen cambios necesarios en la actividad del proyecto que compete prever, organizar, dirigir, coordinar y controlar a la función administrativa o de administración de las organizaciones responsables (mandante y contratistas), como ampliaremos en la sección 4 siguiente.

3b) Deficiencias de la administración

Otros riesgos, como los que provienen de una organización o mando deficientes, de errores en diseño, de trabajos defectuosos o de atraso en la solución de diferencias, pueden atribuirse también a deficiencias de la administración, tanto del mandante como del contratista, que fracasan en el buen manejo de las actividades del proyecto (falta de métodos de trabajo adecuados o de capacidad de dirección, deficiencias de coordinación o control, etc.).

3a) Process uncertainty due to environmental variability

Most identified risks can be directly related to environmental variability. There isn't the slightest doubt about those unexpected events, which origin we have classified as external to the project. Referring to the internal risks, they take place due to the changes of the selected ground physical conditions or due to the required design adjustments, which are needed to cope with discovered reality as the work execution goes by. Such risks also come from the uncertainty determined by the amount of backgrounds in the project. Some schedule adjustments can also be a direct result of the above mentioned reality adjustments, which is often a complaint source. Consequently, such environmental uncertainty leads to necessary adjustments to the project activities, so it becomes important to foresee, organize, command, coordinate and control the management function provided by responsible organizations (owners and contractors), as further explained in the section 4 below.

3b) Management deficiencies

Other risks, as those caused by a deficient organization or command, design errors, defective works or delays on disagreement solutions, may be also attributed to management deficiencies from the owner as well as from the contractor, who failed to provide a proper control of the project activities (lack of proper work methods or poor command ability, coordination or control deficiencies, etc.).

3c) Deficiencias del contrato.

Si bien la característica de variabilidad del proyecto es conocida desde antiguo (Bilbao A. et al.,1987) incluso ahora es fácil observar que los malos resultados de algunos proyectos provienen de haber olvidado su efecto en las actividades de ejecución, programadas como si fuesen a desarrollarse en ambientes estáticos. Esta deficiencia es más notoria aún cuando las obras se ejecutan por medio de aquellos contratos cuyos documentos:

- Reparten equivocadamente la responsabilidad sobre los efectos previsibles de incertidumbres que provienen del nivel o de la calidad de los antecedentes disponibles al momento de licitar. Campero M., (1992)
- No contemplan cláusulas de flexibilidad (Ajustes de plazo; Ajustes de precio; Orden de cambio; Cambio de condiciones físicas; Notificación oportuna) The Federal Publication (1981), que compatibilizan la necesidad de introducir los cambios necesarios para asegurar el cumplimiento de la función del proyecto, con las justas compensaciones en plazo y costo al Contratista para mantener la equidad de la relación contractual.

El origen de estas deficiencias es anterior a la ejecución misma de las obras, puesto que nacen con los documentos de licitación, pero sus efectos negativos podrían moderarse si durante el proceso de ejecución existiese una preocupación temprana para detectarlos y lograr oportunos acuerdos de solución entre el mandante y el contratista, labor que compete nuevamente a la función administrativa.

4. Aplicación de las funciones de administración según el esquema organizacional de la empresa

En la Figura 3 puede observarse la ubicación del proyecto según dos tipos clásicos de organización:

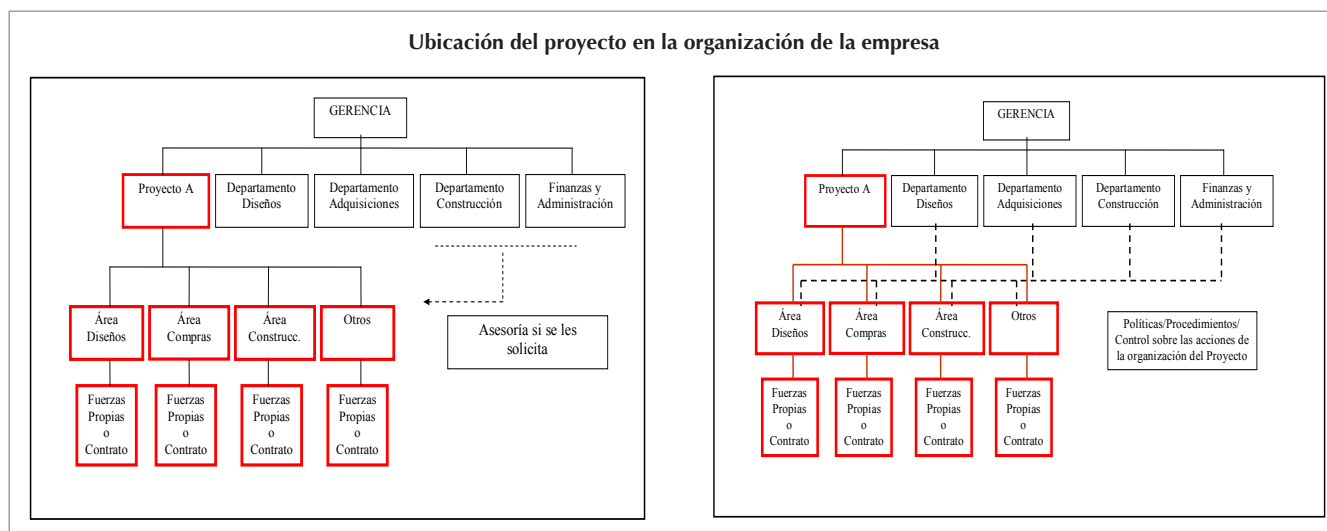


Figura 3a. Proyecto bajo una organización independiente

Figura 3b. Proyecto bajo una organización maricial

3c) Contract Deficiencies

Although the project variability feature is known since long ago (Bilbao A. et al.,1987), nowadays it is easy to find out that some poor projects results are caused by leaving out variability effect on the execution activities, which were scheduled for static environments. Such deficiency is even clearer when the works are executed by means of contracts, which documents:

- They wrongly assign the responsibility on foreseeable uncertainty effects derived from the level or quantity of available backgrounds when tendering a project Campero M., (1992).
- They do not consider flexibility clauses (schedule adjustments; Price adjustments; Modification order; Changes of physical conditions; Timely notification) The Federal Publication (1981), that fit the introduction of necessary adjustments to ensure the fulfillment of the project function with the fair cost/time compensation to the contractor, so as to maintain the balance of the contractual relationship.

The origin of such deficiencies is previous to the work execution itself, since they are born when preparing the tender documents. However, the negative effects could be moderated if during the execution process, there would be an early desire to detect them and to reach solution agreements between the owner and contractor in due time. Once again the function management is responsible for this task.

4. Application of management functions according to the company organization layout

Figure 3 shows the project layout according two classic organization kinds:

Project layout in the company organization

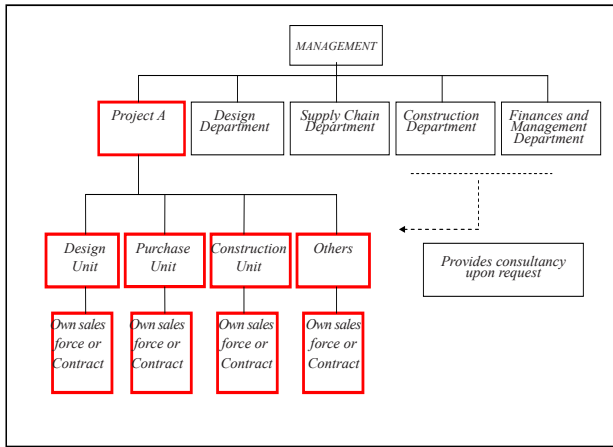


Figure 3a. Project under an independent organization

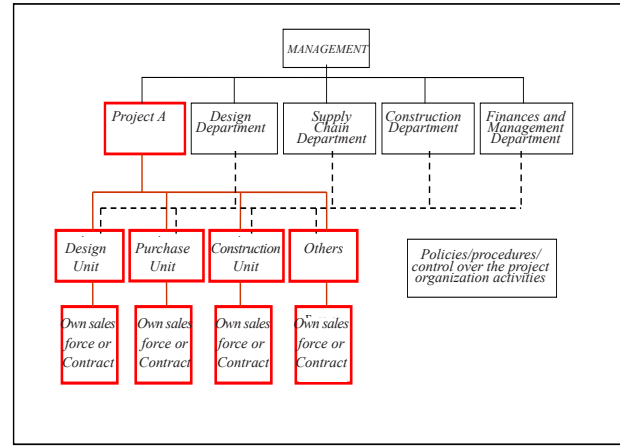


Figure 3b. Project under a matrix business organization

En ambos esquemas de organización se visualiza que cada unidad especializada se hace cargo de su propia actividad, pero ¿son realmente independientes? Particularmente en el caso de un proyecto definitivamente la respuesta es no, puesto que, en algún momento, las actividades deben integrarse para formar un solo cuerpo. Esto significa que, si durante el desarrollo de ellas la variabilidad del medio las obliga a adecuarse a la realidad, los cambios que se generen deben informarse a los responsables de otras actividades comprometidas, con el objeto de abrir la posibilidad de limitar sus efectos negativos. Esta tarea de coordinación global es responsabilidad del jefe del proyecto (sea mandante o contratista) y los encargados de las áreas comprometidas deben aceptarla como una necesidad que nace de las particularidades del proyecto, aun cuando ello afecte el resultado económico de su propia actividad. Si esta tarea de prevención y coordinación no se asume o se descuida, la realización tardía de los cambios necesarios para integrar las actividades significará un costo adicional en recursos o en plazos que las partes tendrán mayor dificultad en aceptar o resolver.

4.1 Aplicación de las funciones de administración en proyectos realizados bajo contratos por especialidad

Cuando la empresa ejecuta el proyecto por el sistema de contratos por especialidad (diseños, provisión de equipos, construcción y montajes), la labor de coordinación del Jefe de Proyecto sigue siendo muy importante. Las razones son varias:

- a) Las características de prototipo del proyecto generan incertidumbres que se aclaran y resuelven solo a medida que avanzan los trabajos y se termina por conocer toda la información necesaria para ejecutar correctamente. Lo anterior crea la necesidad de hacer adaptaciones o cambios de mayor o menor nivel, sea por la necesidad de corregir diseños, de adecuar plazos o recursos a la realidad del terreno, estar atento a la modificación de las fechas de entrega de recursos para la construcción o de los equipos del proyecto, etc.

Each layout shows that specialized units undertake their own tasks, but are they really independent? Particularly, in the case of a project, the answer is definitely no, because at some point the activities shall be settled-in to form only one body. It means that if during the execution of such tasks, the environmental variability will force them to adjust themselves to the new reality, and then the adjustments made have to be reported to the officers responsible for other activities, in order to consider the possibility of mitigating negative effects. This is a global coordination task assigned to the project manager (either owner or contractor) and the heads of areas involved must accept it as a requirement, which is derived from the project special feature, although it may affect the economic profit of their own activity. If this prevention and coordination task is not undertaken but it is neglected, a delay in making the necessary adjustments to integrate the activities will lead to additional resources expenditures or will affect delivery times, which the parties will difficultly accept to solve.

4.1 Application of management functions on projects executed under specialized service contracts

When the company executes a project under a specialized service contract system (designs, equipment supply, construction, assembly), the coordination task developed by the project manager is still very important. There are several reasons:

- a) The features of the Project prototype generate uncertainties, which are cleared and solved as long as the execution works take place and the whole necessary information is obtained to develop a proper task. Therefore, there is a need to develop adjustments or modifications, either because designs need corrections, schedules are to be adjusted or resources are to be modified in accordance with the job site reality. It is necessary to be attentive to delivery times of resources required for construction items or the project equipment, etc.

- b) El Jefe de Proyecto debe crear sistemas de trabajo para prever estos cambios, mitigar sus efectos, coordinar oportunamente las modificaciones de entrega de información y convenir nueva programación de corto plazo entre contratos afectados. Adicionalmente, debe acordar los ajustes de precios que sean necesarios.
- c) Cada contrato tiene sus propios objetivos, que determinan las Bases de Contratación preparadas por el mandante. El contratista propone su metodología (cuándo, cómo y con qué hacer) y sus expectativas económicas (precios) en la Propuesta aceptada o convenida con el mandante. Las modificaciones necesarias durante el proceso de ejecución pueden afectar esas expectativas y el Jefe de Proyecto es quien mejor visión tiene del conjunto de los contratos como para coordinar e integrar oportunamente los cambios que involucren a varios de ellos (diseños, provisión, ejecución). Adicionalmente, es quien tiene la autoridad y la responsabilidad para convenir las compensaciones en plazo y precio que aquellos cambios requieran y merecen.

- b) *The project manager must create working schedules foreseeing such adjustments, mitigating negative effects and timely coordinating information broadcast and also agreeing a new schedule among the parties involved in the short term. Additionally, the necessary price reductions shall be agreed.*
- c) *Each contract has its own purposes, which determine the Bidding Terms and Conditions prepared by the owner. The contractor proposes his own methodology (when, how and resources) and his economical expectations (prices) in the Bid accepted or agreed with the owner. The modifications required during the execution process may affect such expectations and, the Project Manager is the one who has the best viewpoint of the contracts set on how to coordinate and integrate the adjustments involved by them in due time (design, procurement and execution). Furthermore, he has the authority and responsibility to agree the required terms and prices compensations derived from such adjustments.*

La Figura 4 grafica las funciones de coordinación que hemos descrito. Koch J.E., Molenaar K.R. (2006).

The Figure 4 depicts the coordination functions already described. Koch J.E., Molenaar K.R. (2006).

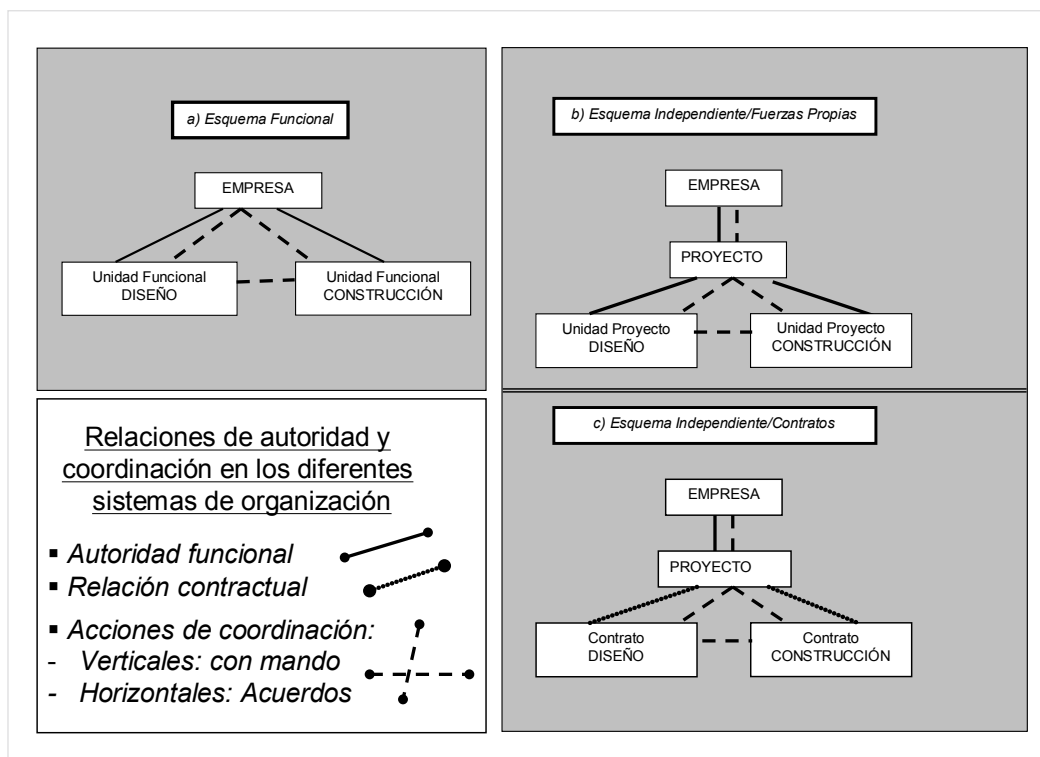


Figura 4. Funciones de autoridad y coordinación

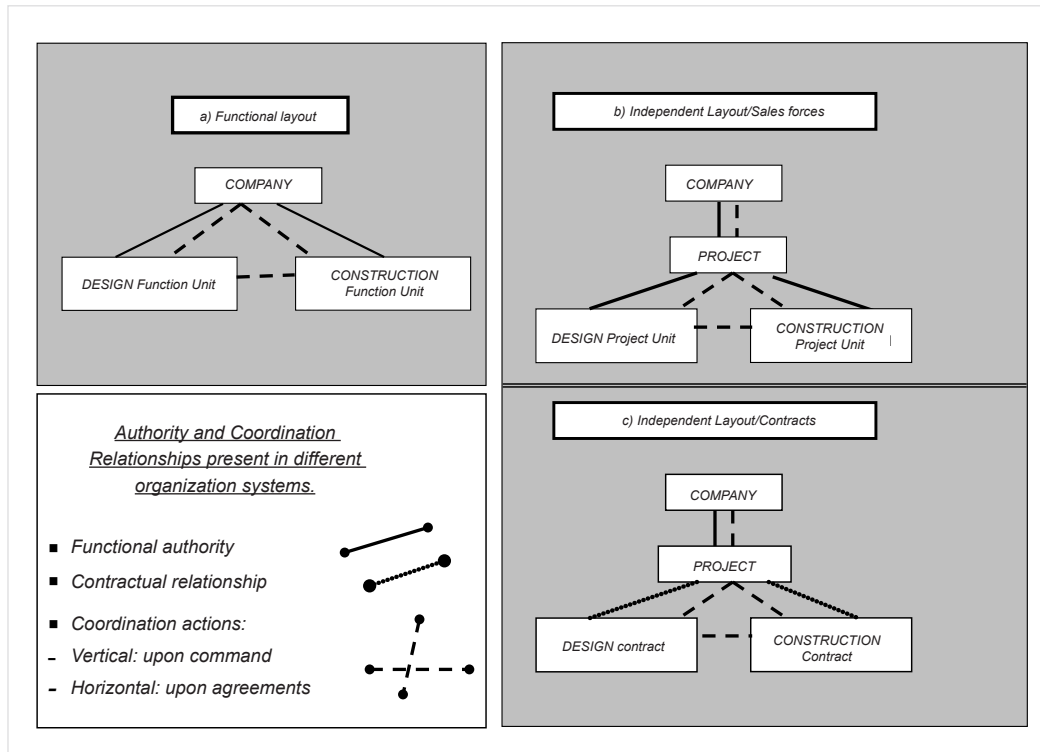


Figure 4. Authority and coordination functions

En línea llena hemos graficado la relación de autoridad entre los actores y en línea segmentada, la necesaria coordinación de sus actividades. En la Figura 4a el trabajo se ejecuta con fuerzas propias de la empresa; la coordinación entre departamentos funcionales se logra con la habilidad para alcanzar acuerdos que tenga el jefe de proyecto (coordinación horizontal) o, por último, haciendo uso de la autoridad formal que le asigne la organización (coordinación vertical). Si el trabajo se hace por medio de contratos (Figura 4c), la coordinación del tipo vertical puede resultar más difícil de lograr, puesto que la autoridad del mandante (línea punteada) queda limitada a lo que permita el contrato. Adicionalmente, si existen varios contratos con actividades consecutivas o superpuestas, la coordinación entre ellas es indispensable para evitar ineficiencias o conflictos. Esta coordinación entre pares, que en las figuras hemos llamado horizontal, se logra con mayor facilidad si se ha convenido un procedimiento de trabajo normalizado que busque estabilizar el campo de trabajo, Alarcón L.F. (1997).

4.2 Aplicación de las funciones de administración en los sistemas de contratos con actividades integradas.

En los últimos años, por razones como la complejidad técnica, el tamaño del proyecto, su frecuencia en la vida de la empresa o la política del mandante (transferir los riesgos), han comenzado a utilizarse contratos que integran en una sola mano las actividades de diseño, provisión de los equipos de producción y la construcción de las obras. Aquellos que sólo integran diseño y construcción reciben el nombre de DB, Gransberg et al. (2006) (Design and Build). Aquellos que comprenden la totalidad de las actividades se denominan contratos tipo EPC, FIDIC (1999) (Engineering, Procurement, Construction).

A line depicts the authority relationship between the parties and, the segmented line shows their necessary activities coordination. The Figure 4a shows the work executed by the company own forces. Coordination among functional units is achieved by the ability the Project Manager has to reach agreements (horizontal coordination) and, at last, by applying the formal authority the organization has assigned to him (vertical coordination). If the work is executed under contracts (Figure 4c), vertical-type coordination is harder to fulfill, since the owner's authority (segmented line) is limited to the contract conditions. Besides, if there are several contracts involved including consecutive or overlapped activities, coordination among them is a must so as to avoid inefficiencies or conflicts. The coordination between parties, which we have called horizontal coordination, is easily achieved when a standardized work procedure has been agreed to stabilize the job site management, Alarcón L.F. (1997).

4.2 Application of management functions on contract systems including integrated activities

Over the past few years, contracts integrating the activities of design, production equipment supply and works constructions in only one manager are being employed, due to several reasons, such as technical complexity, project size, frequency in the Company or the owner's policies (transferring risks). The contracts that only include design and construction tasks are the so called DB, Gransberg et al. (2006) (Design and Build). The contracts that include all activities are called contracts type EPC, FIDIC (1999) (Engineering, Procurement, and Construction).

La Figura 5 muestra el organigrama básico de un proyecto realizado con un contrato tipo EPC.

Figure 5 shows the basic organization chart for a project executed under an EPC type contract.

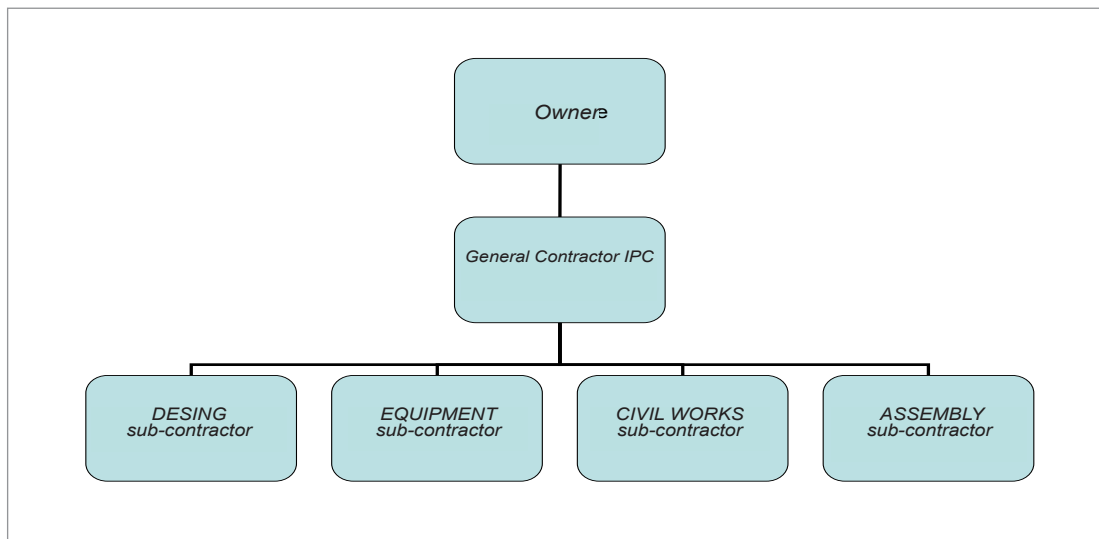


Figura 5. Esquema de contrato Tipo EPC
Figure 5. Chart for an EPC type contract

Puede observarse que la gran diferencia con el esquema independiente por contratos que mostró la Figura 4c, es que la empresa delega en la nueva entidad EPC las funciones de administración, entre ellas, las de coordinar y controlar las actividades contratadas del proyecto. Si las actividades del proyecto son, a su vez, subcontratadas por el Contratista General EPC con empresas especializadas, como Diseño, Construcción, etc., el esquema no difiere mayormente del anterior, pero ahora es la entidad EPC quien debe administrar su contrato y los subcontratos pertinentes, preocupándose de las funciones de coordinación vertical con los subcontratistas y, especialmente, horizontal entre ellos, como muestra la Figura 6:

The great difference between above contract and the independent contract layout shown by Figure 4c, is that the company assigns the management functions to the new EPC entity, including coordination and control of activities contracted by the project. If the project activities such as Design and Construction are in turn sub-contracted by the General Contractor with other specialized companies; then the lay out does not differs from the previous chart. However the EPC entity is the one to manage the contract and the corresponding sub-contracts, undertaking vertical coordination functions with the sub-contractors and, primarily the horizontal functions among them, as shown on Figure 6:

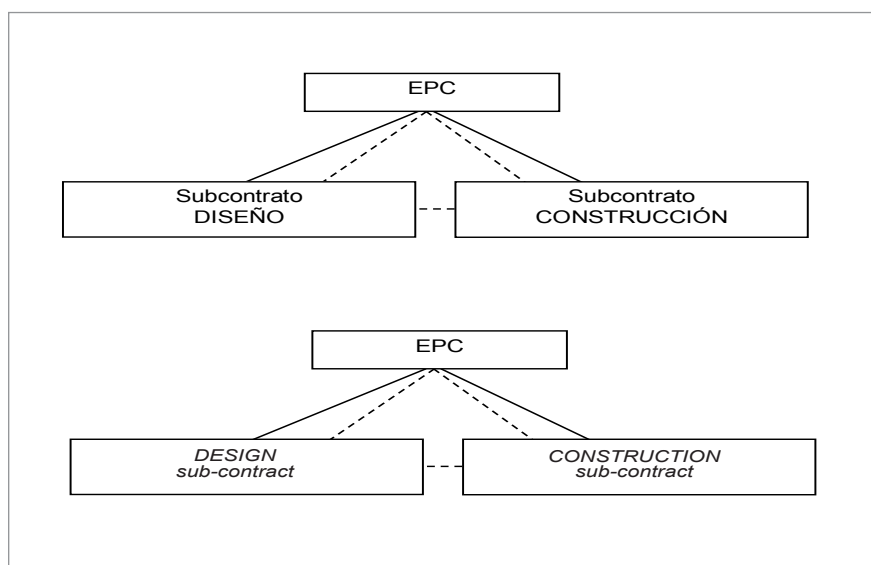


Figura 6. Esquema Empresa/Contrato EPC
Figure 6. Company Layout/EPC Contract

Para este artículo nos interesa fundamentalmente destacar la importancia que, en el buen resultado del proyecto, tiene el que se precise bien la responsabilidad del contratista EPC en el manejo de la variabilidad del proyecto, y el deber de coordinar sus efectos en las actividades de los diferentes subcontratos de las especialidades que lo integren, de tal modo que sus programas se armonicen sin conflicto. Adicionalmente, las Bases deben permitirle compensar al subcontratista cuando los acuerdos o sus instrucciones afecten los plazos o los costos del trabajo a ejecutar, superando los límites de "holgura" que fije el contrato. Gonzalez V., Alarcón L.F. (2003).

In this paper our main concern is to highlight the importance of properly assigning the EPC contractor's responsibility for the management of the project variability and the coordination of its effects on different specialized sub-contracts integrating it, so as to harmoniously complete schedules without conflicts. Besides, the Bid Terms and Conditions shall include a compensation clause for the sub-contractor when agreements or instructions affect delivery terms or costs of the work to be executed, which exceed the "clearance" limits fixed by the contract. Gonzalez V., Alarcón L.F. (2003).

5. Procedimiento de trabajo normalizado para aplicar la función de administración en proyectos bajo contratos

Para aplicar la función de administración que coordinará y armonizará los esfuerzos de todos los actores, el jefe de proyecto debe tomar en cuenta la autoridad que le ha asignado la organización y los derechos que le otorga el contrato. Como lo muestra la Figura 4, la coordinación se logrará con la capacidad de lograr acuerdos que tenga el jefe de proyecto con el contratista y éste con sus subcontratistas (coordinación horizontal) o, por último, haciendo uso de su autoridad formal (coordinación vertical). Esta coordinación se hará más fácil si se ha convenido un procedimiento de trabajo normalizado que busque:

- Estabilizar el campo de trabajo, Alarcón L.F. (1997) (Figura 7)
- Coordinar los trabajos entre contratos (Eliminar tiempos de espera, etc.)
- Prevenir conflictos y buscar con tiempo las soluciones apropiadas

5. Standardized work procedure employed to apply the management function on projects executed under contracts

So as to apply the management function, which will coordinate and harmonize all the parties' efforts, the project manager has to take into account the authority the organization has assigned him and the rights granted by the contract. As shown on Figure 4, coordination shall be achieved by the ability the project manager has to reach agreements with the contractor; and the latter with sub-contractors (horizontal coordination) or at last, by applying the formal authority (vertical coordination). Such coordination will be easier if a standardized work procedure has been agreed, which purposes are:

- Stabilizing the job site conditions Alarcón L.F. (1997) (Figure 7)*
- Coordinating the tasks among contracts (eliminating idle times, etc.)*
- Preventing conflicts and finding appropriate solutions in due time*

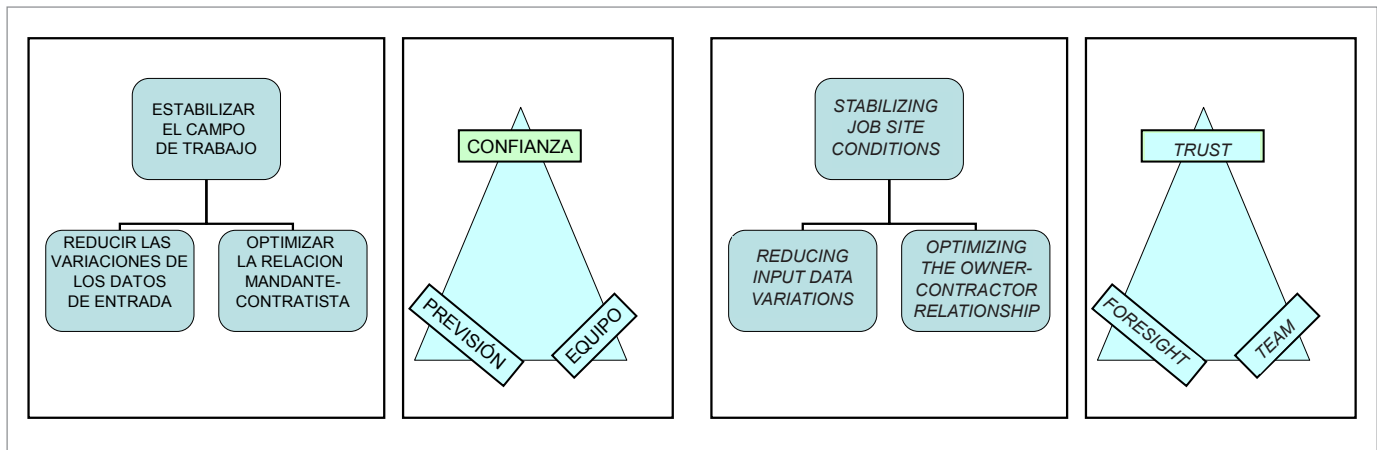


Figura 7. Estabilización del campo de trabajo
Figure 7. Stabilizing the job site conditions

Ayuda al diseño del procedimiento y a su aplicación posterior si mandante y contratistas comparten una visión común sobre los siguientes aspectos:

If owner and contractor share the same vision on below issues, the design procedure and its further application will be simplified:

a) Prevención

El personal con experiencia en ejecución de proyectos seguramente podrá afirmar que la mayor parte de los riesgos indicados en la Figura 1 como de origen interno al proyecto, son posibles de prever o anticipar, de tal modo que sus efectos pueden ser controlados si la organización mantiene en sus procesos de administración una actitud de prevención, Campero M. (1992); respecto de la aparición de los primeros síntomas. En cambio, las contingencias o riesgos de origen externo son difícilmente previsible en la vida del proyecto. Tal vez una excepción puede ser la inflación y el tipo de cambio, que son manejables con cláusulas apropiadas en el contrato¹.

b) Planificación bajo incertidumbre

La comprensión de que el proyecto se desarrolla en un medio con algún grado de variabilidad (sea por hechos imprevistos, por diferencia entre lo supuesto y la realidad o por errores humanos inevitables) obliga a aceptar que la planificación del proyecto, Vidal T., Bidot J., et al. (2002), debe adecuarse a esta condición. En un ambiente estable, la planificación puede abarcar el plazo total del proyecto y con todo el detalle necesario para coordinar adecuadamente aquellas actividades conectadas entre sí y cuya secuencia es obligada, como diseño y construcción. En un ambiente inestable, esta planificación estática puede dejar de ser válida si cambian los supuestos en que se apoya (atraso en los diseños o en la entrega de suministros, por ejemplo). En consecuencia, resulta indispensable crear un procedimiento de planificación dinámica en la que se distinguen tres niveles. Campero M., Alarcón L.F., (1999):

- 1) Plan Maestro que abarca el plazo total del proyecto y describe sus actividades gruesas inamovibles para cumplir con su objetivo.
- 2) Planes de mediano o corto plazo (trimensuales, mensuales) que se van actualizando periódicamente con los nuevos antecedentes que proporcionan todas las actividades cuya incertidumbre se resuelve con un esfuerzo de mayor investigación (calidad de suelos, corrección de diseños, atraso en actividades, etc.). En este nivel de planificación es vital incluir las actividades de gestión para resolver las incertidumbres y estabilizar el ambiente de trabajo del período siguiente.
- 3) Planes de corto plazo (semanales o quincenales) que comprenden los trabajos o actividades cuya incertidumbre ya no existe o se ha reducido al mínimo por el proceso anterior (ambiente estático).

Esta tarea de estabilización del campo de trabajo, indispensable para una planificación confiable, recae una vez más en la función de administración de los responsables de las actividades.

a) Precaution

The expert staff dealing with project execution is probably well able to state that most of risks related to the project itself as indicated on Figure 1, are likely to be foreseen or anticipated, so that their effects can be controlled as long as the organization has a precaution attitude, Campero M., (1992); included in its processes in regards to the first symptoms of risk birth. Contrarily, external unexpected events or risks are difficult to foresee during the project life time. Maybe an exception could be inflation rate or currency exchange rates, which are well controlled under contract appropriate clauses¹.

b) Planning under uncertain conditions

Being aware that the Project is executed under an environment having some kind of variability level (due to unexpected events, disagreements between planning and reality and, due to unavoidable human mistakes), it compels us to accept that project planning, Vidal T., Bidot J., et al. (2002), must be adjusted to such condition. Under a stable environment, planning can include the total project execution period. Therefore, all necessary details are required to properly coordinate the tasks connected to another, which sequency is obligatory, such as design and construction. Under a non-stable environment, such static planning is likely to become overruled; if it is based on supposed events (such as design delays, supply delays, for instance). Consequently, elaborating a dynamic planning procedure becomes essential, which has three levels. Campero M., Alarcón L.F., (1999):

- 1) Master Plan, which covers the total execution term of the project and describes all obligatory gross activities to be executed to meet the corresponding goal.
- 2) Medium or short term plans (quarterly, monthly), which are regularly updated according to new backgrounds provided by the activities, which uncertainty is overcome by means of a further research effort (soil quality, design adjustments, activities delays, etc.) At this planning level it is essential to include management activities to solve uncertainties and to stabilize the job environment for the forthcoming period.
- 3) Short term plans (weekly, two-weekly), which cover the activities or tasks, which uncertainty no longer exists or has been reduced to a minimum by the previous process (static environment).

This work site stabilization is essential to obtain a trustworthy planning, which once again falls on the management function developed by the activities responsible staff.

¹ "Criterios para estructurar las Formulas de Reajuste en Contratos". Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción de la Escuela de Ingeniería, PUC, Diciembre 1995)

¹ "Criteria used to determine Contract Adjustment Formulas", Department of Construction Engineering and Management of the Engineering Faculty, PUC, December 1995

c) Unidad de objetivo de mandante y contratistas

Tanto la experiencia nacional como internacional destacan el efecto negativo de los cambios de diseño o de métodos durante el proceso de construcción. Sin embargo, aún cuando inoportunos, ellos pueden llegar a ser necesarios de imponer y aceptar si son indispensables para asegurar la función que debe cumplir el proyecto. Es natural entonces que el contratista acepte el derecho del Mandante a introducir dichos cambios y que éste garantice al contratista las compensaciones en plazo y costo que correspondan.

Es decir, al firmar el contrato, voluntariamente y de buena fe, mandante y contratista aceptan la existencia de variaciones propias de la naturaleza del proyecto, cuyos efectos resolverán en equipo, conforme a los derechos y deberes que les impone el contrato.

6. Conclusiones

Las principales conclusiones que pueden sacarse de los análisis anteriores son:

6.1 Todo proyecto debe manejarse como una actividad en un medio bajo incertidumbre.

6.2 Esta aceptación permite desarrollar métodos de gestión basados en:

- a) Documentos de contrato que definan bien la responsabilidad de las partes sobre los riesgos que derivan de las incertidumbres y apliquen cláusulas de flexibilidad que permitan hacer los cambios necesarios manteniendo la equidad de la relación contractual (Apoyo en Contratos Tipo de instituciones de gobierno o gremiales)².
- b) Actitud preventiva, tanto para detectar a tiempo la aparición de una situación anormal (atrasos, indefiniciones, diferencias de criterio, errores u omisiones de diseño) como para encontrar y convenir soluciones.
- c) Planificación dinámica para estabilizar el período de planificación de corto plazo, mediante un procedimiento convenido y aplicado como una norma de trabajo.

6.3 Valorizar adecuadamente la función de administración por todos los actores que participan en el proyecto, lo que conduce a integrar los conocimientos individuales del grupo, a coordinar mejor las actividades compartidas, optimizar la relación contractual, mejorar la eficiencia y evitar conflictos.

6.4 Las funciones clásicas de la administración de proyectos (planificar, organizar, dirigir, coordinar y controlar) son absolutamente necesarias en el manejo de los contratos, en especial, para tranquilizar el ambiente de variabilidad en que se desenvuelve el proyecto.

6.5 En el caso de un contrato tipo EPC, el mandante transfiere la mayor parte de esta responsabilidad de administrar al contratista general (EPC), pero conserva las de coordinar, controlar y aprobar que determine el contrato.

c) Common objective among the owner and contractors

National and international experts highlight the negative effect of changes of design or methods during the construction process. However, even though they are awkward changes, they might become necessary to apply and to accept as long as they are essential to ensure the function to be fulfilled by the project. Then it is natural that the contractor accepts the Owner's right to introduce such changes, provided that the owner compensates the constructor for the corresponding period and cost.

That is to say, when signing the contract, willingly and in good faith, both owner and contractor accept the variations inherent to the project nature, which effects will be solved as a team, according to the rights and duties provided by the contract.

6. Conclusions

The main conclusions drawn from the former analyses are:

6.1 Every project must be managed as an activity executed under an uncertain environment.

6.2 This acceptance enables the development of management methods based on:

- a) Contract documents properly defining the parties' responsibilities on risks derived from uncertain activities, applying flexibility clauses to introduce the necessary changes by keeping the equity on the contractual relationship (Types of Contract Support for government or labor institutions)¹⁵²*
- b) Prevention attitude, to detect in due time the birth of abnormal situations (delays, lack of definitions, criterion disagreements, design mistakes or omissions), so as to find and agree on solutions.*
- c) Dynamic planning so as to stabilize the short term planning period, by means of an agreed procedure, which is applied as a work regulation.*

6.3 Properly appraising the management function by all the parties involved in the Project, which leads to integrate the single knowledge of the team, in order to coordinate shared activities, to optimize the contractual relationship and to improve effectiveness avoiding conflicts.

6.4 Classic Project management functions (planning, organizing, commanding, coordinating and controlling) are absolutely required for contracts management; especially to calm down the variability environment where the project takes place.

6.5 In the case of an EPC contract type, the owner transfers most management responsibilities on the general contractor (EPC), however the owner is permanently coordinating, controlling and approving the responsibilities determined by the contract.

² A) Ministerio de Obras Públicas: Reglamento para Contratos de Obras Públicas.

B) CODELCO: Bases Administrativas Generales Contratos de Construcción, Ingeniería, Servicios; Manual de Administración de Contratos.

C) Cámara Chilena de la Construcción: Bases Generales de Contratación para Obras de Construcción y Montaje.

² A) Ministry of Public Works: Regulations for Public Works Contracts.

B) CODELCO: General Management Foundations on Construction, Engineering and Services Contracts; Contract management Manual.

C) Chilean Construction Chamber: Contract General Foundations for Construction and Assembly Works.

6.6 El contratista general EPC debe aplicar estas funciones al interior de su propia organización (coordinación vertical), pero debe hacerlo también con sus subcontratistas (coordinación horizontal) para coordinar las actividades que se interfieren, convenir los cambios que sean indispensables y la compensación oportuna de plazos y precios que conserven la equidad de la relación contractual.

6.7 El contrato debe definir con claridad las responsabilidades de las partes (mandante-contratista o contratista general-subcontratistas en el caso de EPC)

6.8 Tanto el mandante como el contratista (o contratista y subcontratista en los EPC), deben tener en sus previsiones de plazos y precios las "holguras" necesarias para absorber los efectos que en ellos puedan tener el acomodo a la variabilidad propia del proyecto, de acuerdo a los límites que le asigne el contrato.

6.9 En teoría y en la práctica, una deficiente administración del mandante o del contratista, facilita la aparición de conflictos que, de otra manera, pudieron haberse resuelto en forma oportuna dentro de los términos del contrato.

6.6 *The general contractor EPC shall apply such functions in its own organization (vertical coordination), however he shall also apply them on the sub-contractors (horizontal coordination), in order to coordinate overlapping activities, agreeing on the essential modifications and providing compensation in due time for terms and prices so as to maintain the equity on the contractual relationship.*

6.7 *The contract shall clearly indicate the parties' responsibilities (owner-contractor or general contractor-subcontractors in the EPC contract type).*

6.8 *The owner as well as the contractor (or contractor and subcontractor in the case of EPCs) shall foresight prices and terms "clearances" required to absorb their effects on the adjustment of the project variability itself, in accordance with the limits provided in the contract.*

6.9 *In theory and in practice, a deficient owner or contractor management enables conflicts appearance, which could have been solved in due time in accordance with the contract conditions.*

7. Referencias/References

ASCE (1998), Construction Contract Claims, Changes and Dispute Resolution, Paul Levin.

Alarcón L. F. (1997), Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow. Glenn Ballard, Greg Howell. Capítulo del libro Lean Construction.

Bilbao A. et al. (1987), Contratos de Grandes Obras, Temas de Reflexión", Revista de Ingeniería de la Construcción PUC

Campero M. (1992), Prevención y manejo de reclamos en contratos de obras civiles", Revista Ingeniería de Construcción N° 13, Departamento de Ingeniería y de Gestión de la Construcción de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Católica de Chile.

Campero M., Alarcón L.F. (1999), Administración de Proyectos Civiles, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. 322 pág.

Campero M., Alarcón L.F. (2008), El Sistema de Planificación y Control de producción: El Último Planificador. Capítulo XIV del libro Administración de Proyectos Civiles, 3ª Edición.

Comité de Revisión de Contratos de Construcción del Instituto del Cemento y del Hormigón (2006), Matriz de Responsabilidad en Contratos de Construcción.

Fayol H. (1916), Administration Industrielle et General. Dunod Editeur, Paris

FIDIC (1999), Conditions of Contract for EPC/Turnkey Projects.

Gonzalez V., Alarcón L.F. (2003), Buffers de Programación: Una estrategia complementaria para reducir la variabilidad en los procesos de construcción, Revista Ingeniería de Construcción, PUC.

Gransberg et al. (2006), Preparing for DESIGN-BUILD Projects, ASCE PRESS

Informe (1995), "Criterios para estructurar las Formulas de Reajuste en Contratos". Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción de la Escuela de Ingeniería, PUC.

Instituto de la Construcción (2000), Jornada Mecanismos Tempranos de Solución de Conflictos entre Mandantes y Contratistas.

Koch J. E., Molenaar K. R. (2006), Adaptación de figura del libro Preparing for Design-Build, Gransberg, ASCE

Lean Construction (1997), Tools for the identification and reduction of waste in construction projects. Luis F. Alarcón. Capítulo del libro Lean Construction, Luis F. Alarcón, Editor, 1997.

Mahmood S., Azhar S., Ahmad I. (2002), Evaluación de las Prácticas de Gestión de Riesgo de los Contratistas Generales de Florida. Revista Ingeniería de Construcción, Volumen 17 N°1. Pag. 4-10

The Federal Publication (1981), Government Construction Contracting, Course Manual, USA.

Vidal T., Bidot J., et al. (2002), LGP-ENI de Tarbes, Gestion de projets sous incertitudes: Un modèle de génération de plans flexibles en horizon glissant.